畑地における窒素溶脱解析ツール SOILN-jpn の黒ボク土への適用
A nitrogen leaching analysis tool—the SOILN-jpn model, applied for Andisol fields

前田守弘*, 駒田充生**
Morihiro Maeda* and Michio Komada**

1. はじめに

作物生産を保証しつつ環境と調和した肥培管理技術を確立するためには，さまざまな肥培管理シナリオのもとで窒素溶脱等を数年間予測できる数学モデルが必要である．著者らは，世界的に利用実績の高い SOILN モデルをわが国の土壌・作物・資材特性に合わせて改良し，操作性を向上させた窒素溶脱解析ツール SOILN-jpn を開発した [1]．ここでは，SOILN-jpn の特徴ならびに黒ボク土畑への適用事例を示す．

2. SOILN-jpn の特徴

スウェーデンで開発された SOILN はユーザインタフェース（UI）を備えた COUPModel に現在発展している [2]．同モデルは多機能な反面，UI が複雑で操作に熟練を要するなど研究者向けのアプリケーションである．そこで，SOILN-jpn では，変更の必要度に応じてパラメータと変数を 3 分類して管理することにより，操作性と機能性を両立した（図 1，表 1）．すなわち，i) シミュレーション毎に変更が必要な主要変数は UI 上に置き，i) それほど変更の必要がなく，データベースで提供した方が便利であると思われる作物，土壌，堆肥に関するデータは MS-Access で管理し，iii) 通常は固定してもよいものはテキスト保存する仕様とした．また，黒ボク土に特異的な硝酸吸着能をフロイントリッヒ型吸着式で記述し，物質収支式として SOILN-jpn に編入した．さらに，わが国の使用資材に対応するため，有機物画分を易分解（反応速度定数 $2×10^{-2}$ d^{-1}），中位分解（$2×10^{-3}$ d^{-1}），難分解（$2×10^{-4}$ d^{-1}），腐植（$4×10^{-5}$ d^{-1}）に分け，資材有機物は易～難の 3 画分，土壌は中位～腐植の 3 画分に配分した．計算結果は MS-Excel のワークシートに出力するとともに，水収支，窒素収支，土壌および浸透水窒素濃度はグラフ表示する．また，異なる条件での計算結果を同じグラフに表示できる機能も備えている．
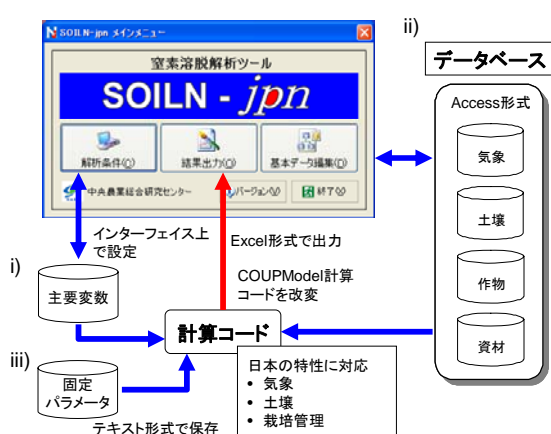
図 1　SOILN-jpn 全体構造の概略
Fig. 1. Structure of the SOILN-jpn model.

表 1　SOILN-jpn に必要なデータセット
Table 1 Data sets necessary for the SOILN-jpn model

i) 主要変数（インタフェース上で設定）	
計算期間，資材施用量，目標収量，窒素沈着量	
ii) データベース（Access で管理し，選択方式）	
気象	気温，湿度，風速，日照時間，降水量
土壌	水分保持特性，透水係数，窒素含有量の初期値（有機態については画分割合），吸着特性，硝化・脱窒活性値
作物	窒素含有量，含水率，CN 比，作物生育・窒素吸収パターン
資材	無機態窒素，有機態窒素（易分解，中位分解，難分解画分），CN 比
iii) 固定パラメータ（通常は既定値で使用するものはテキスト形式で保存）	

* 岡山大学 Okayama University， ** 中央農業総合研究センター National Agricultural Research Center
キーワード　硝酸性窒素，溶脱，有機物分解，硝酸吸着，モノリスライシメータ

SOILN-jpn では深さ 1 m を溶脱面とし，領域内の水，窒素，熱の鉛直移動を計算できる．土壌の理化学性や窒素含有量の初期値は 0〜0.2，0.2〜0.4，0.4〜1 m の土層毎にそれぞれ与える．SOILN-jpn の動作に必要なデータセットを表 1 に示す．

3. 黒ボク土畑への SOILN-jpn 適用

黒ボク土のモノリスライシメータ（直径 30 cm 深さ 1 m）に化学肥料，牛ふん堆肥を連用し，コマツナ（150 kg N ha^{-1}）－トウモロコシ（200 kg N ha^{-1}）－ホウレンソウ（150 kg N ha^{-1}）－トウモロコシ－ホウレンソウを 2 年半にわたって 5 作栽培した結果 [3)] に対して，硝化・脱窒特性値，土壌有機物画分割合等のパラメータを較正したところ，浸透水の硝酸性窒素濃度をほぼ再現できた（図省略）．なお，本試験における牛ふん堆肥の有機物分解画分割合は ^{15}N 標識堆肥の土壌残存率 [4)] から算出した．

次に，化学肥料，豚ぷん堆肥を連用し，トウモロコシとハクサイを 14 年間栽培した別圃場（1 区画 7×8 m）に対して SOILN-jpn を検証した．本試験 10 年目までの窒素施用量は化学肥料区 400 kg N ha^{-1} y^{-1}，豚ぷん堆肥 800 kg N ha^{-1} y^{-1} としたが，それ以降は 2 割の減肥を行った．なお，土壌溶液はポーラスカップで採取した．モノリスライシメータ試験における較正パラメータを用いて SOILN-jpn を検証したところ，それぞれの資材施用の影響を受けて，深さ 1 m の土壌溶液硝酸性窒素濃度が上昇し始める時期やその後の推移を推定できた（図 2）．さらには，同試験後に施肥量を 2 割削減して栽培を継続したところ，硝酸性窒素濃度の低下が確認され，その低下傾向も SOILN-jpn によって推定可能であった（図省略）．但し，豚ぷん堆肥の画分割合はフィッティングで求めた．
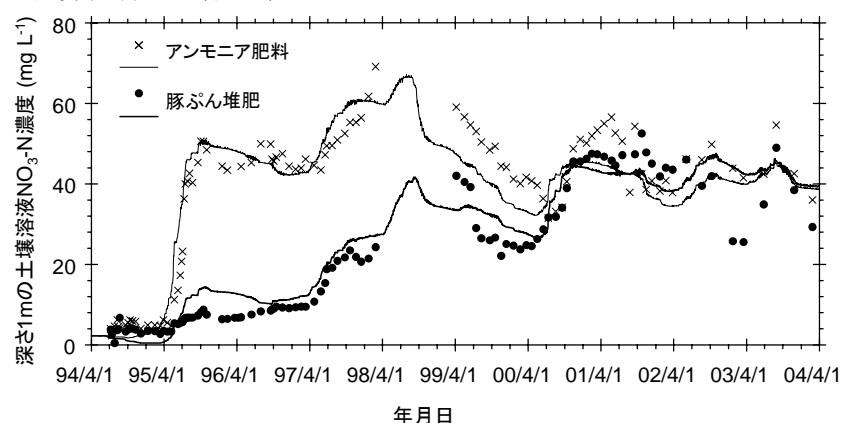
図 2 黒ボク土連用畑における深さ 1m の土壌溶液 NO_3-N 濃度の推移.
Fig. 2. Soil-solution NO_3-N concentration at 1-m depth in Andisol fields.

シンボルは実測，線は推定値．淡色黒ボク土（谷和原）に夏作トウモロコシ，秋作ハクサイを栽培．堆肥窒素はアンモニア態 6%，易分解 6%，中位分解 35%，難分解 53% とした．

4. SOILN-jpn の利用と今後の課題

SOILN-jpn は中央農研のホームページ上で公開しており [6)]，具体的な利用方法については，同ホームページ上にある取扱説明書を参照されたい．また，モデル式の構成については前田 [1)] に記載してある． SOILN-jpn を農業普及指導員向けに普及・実用化するには，モデルの検定と検証を進めることで汎用性を高める必要がある．今後は，有機物，土壌，野菜栽培のデータベースの拡充を図っていきたい．

【参考文献】

1) 前田（2008）土肥誌，79，89-99，2) Jansson, P-E. and Karlberg, L. (2004) COUP manual, ftp://www.lwr.kth.se/CoupModel/CoupModel.pdf, Royal Institute of Technology, Stockholm，3) 井原・前田・高橋・駒田（2008）平成 19 年度主要成果情報，4) 高橋・岡・小柳・井原・前田・駒田（2008）平成 19 年度主要成果情報，5) 前田（2007）水環境学会誌，30，337-342，6) 中央農業総合研究センター資源循環・溶脱低減研究チーム（2008）http://soiln.trg.affrc.go.jp/soiln-jpn/index.htm